

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

**Красноярский институт железнодорожного транспорта**

– филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ ректора

от «08» мая 2020 г. № 268-1

## **Б1.В.09 Основы теории надежности** **рабочая программа дисциплины**

Направление подготовки – 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль подготовки – «Управление эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электроподвижного состава»

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Нормативный срок обучения – 4 года

Кафедра-разработчик программы – Эксплуатация железных дорог

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Формы промежуточной аттестации в семестрах:

Часов по учебному плану – 108

зачет 2

### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
– лекции	18	18
– практические	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

КРАСНОЯРСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (уровень бакалавриата), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.12.2015 г. № 1470.

Программу составил:

докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭЖД

Н.Г. Чистова

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» на заседании кафедры «Эксплуатация железных дорог».

Протокол от «17» марта 2020 г. № 9.

И.о.зав. кафедрой, канд. техн. наук

Е.М. Лыткина

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1	формирование комплекса знаний основ теории надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава), количественная оценка уровня надежности технических систем в конкретных условиях эксплуатации.
<b>1.2 ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1	получение студентами общих сведений о принципах расчета и определения параметров надежности подвижного состава
2	оптимизация системы технического обслуживания и ремонта подвижного состава с учетом показателей надежности
3	освоение методов повышения надежности и диагностирования технического состояния транспортно-технологических машин и оборудования
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
<p>Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли.</li> </ul>	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
<p>Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;</li> <li>– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;</li> <li>– популяризация научных знаний среди обучающихся;</li> <li>– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;</li> <li>– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;</li> <li>– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности.</li> </ul>	

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.Б.11 Физика
2	Б1.Б.12 Химия
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.Б.20 Техническая диагностика

2	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**ПК-39:** способность использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам

#### Минимальный уровень освоения компетенции

Знать	основы теории надежности
Уметь	разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники
Владеть	способностью приобретать новые математические и естественнонаучные знания

#### Базовый уровень освоения компетенции

Знать	систему фундаментальных естественнонаучных знаний
Уметь	применять систему фундаментальных математических знаний для формулирования технических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем
Владеть	методами планирования и управления процессами при эксплуатации транспортных систем

#### Высокий уровень освоения компетенции

Знать	систему фундаментальных инженерных знаний в области теории надежности
Уметь	применять систему фундаментальных инженерных знаний для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем
Владеть	совокупностью инженерных знаний для решения технических и технологических проблем при планировании, управлении и эксплуатации транспортных систем

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

Знать	
1	основные положения теории надежности
2	физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов подвижного состава
3	показатели надежности подвижного состава и методы их расчета
4	пути повышения надежности
Уметь	
1	применять основные положения теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава
2	определять показатели надежности подвижного состава
3	оценивать техническое состояние подвижного состава по статистическим данным диагностической аппаратуры и по косвенным признакам
4	разрабатывать предложения по повышению надежности
Владеть	
1	методами оценки и повышения надежности подвижного состава

### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, Ресурсы сети «Интернет»
-------------	-------------------------------------------	---------	------	-----------------	---------------------------------------------

1	<b>Раздел 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях.</b>				
1.1	Общие сведения. Общие понятия по ГОСТ-27.002-89; Дополнительные свойства, характеризующие надежность систем подвижного состава; Состояния объектов; Повреждения и отказы /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8
1.2	Проработка лекционного материала /Ср/	2	8	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.2.1-6.2.8
1.3	Подготовка к практическим занятиям. Понятие о параметрической надежности /Ср/	2	6	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.2.1-6.2.8
2	<b>Раздел 2. Методы оценки показателей надежности. Оценка надежности конструкции как сложной системы. Техно-экономические показатели надежности.</b>				
2.1	Понятие о структурной схеме надежности /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8
2.2	Расчёт показателей надёжности невосстанавливаемых объектов /Пр/	2	4	ПК-39	6.1.2.1 6.1.3.2 6.1.3.3: 6.2.1-6.2.10 6.2.1-6.2.8
2.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	6	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.2.1-6.2.8
2.4	Законы распределения показателей надежности /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8
2.5	Проработка лекционного материала /Ср/	2	4	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.2.1-6.2.8
2.6	Подготовка к тестированию /Ср/	2	4	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.2.1-6.2.8
2.7	Показатели долговечности /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8
2.8	Расчёт структурной надёжности невосстанавливаемых объектов /Пр/	2	4	ПК-39	6.1.3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
2.9	Расчёт показателей надёжности восстанавливаемых объектов /Пр/	2	4	ПК-39	6.1.3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
3	<b>Раздел 3. Надежность систем с резервированием.</b>				

3.1	Испытания на надежность /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8
3.2	Расчет комплексных показателей надежности /Пр/	2	4	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.1.4.3 6.2.1-6.2.10 6.1.3.1
3.3	Факторы, влияющие на надежность объектов /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8 6.1.3.1
3.5	Расчет надежности резервированных невосстанавливаемых систем /Пр/	2	4	ПК-39	6.1. 3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
3.6	Обеспечение рационального состава запасных элементов как способ повышения надежности. Методы повышения надежности объектов /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8
3.7	Проработка лекционного материала /Ср/	2	8	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.2.1-6.2.8
3.8	Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых объектов /Пр/	2	8	ПК-39	6.1. 3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
3.9	Надежность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ Надежность рельсовых цепей и их элементов /Лек/	2	2	ПК-39	6.1.1.1 - 6.1.1.3 6.1.2.1 - 6.1.2.5 6.2.1-6.2.8
3.10	Расчеты испытаний надежности /Пр/	2	4	ПК-39	6.1. 3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
3.11	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	6	ПК-39	6.1.4.1 6.1.4.2 6.2.1-6.2.8
4	<b>Раздел 4 Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов. Нормирование и управление надежностью вагонов. Испытания на надежность.</b>				
4.1	Понятие о безопасности технических объектов /Лек/	2	2	ПК-39	6.1. 3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
4.2	Определение потребности в запасных частях /Пр/	2	4	ПК-39	6.1. 3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
4.3	Проработка лекционного материала /Ср/	2	6	ПК-39	6.1. 3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
4.4	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	6	ПК-39	6.1. 3.1 – 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1 Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.1.1	Четвергов В.А.	Надежность локомотивов [Текст]: Учебник для вузов ж.-д. трансп.	Маршрут, 2003	30
6.1.1.2	Пузанков А.Д.	Надежность локомотивов [Электронный ресурс] : учеб. для ВУЗов ж.-д. трансп.- <a href="https://e.lanbook.com/book/59134#book_name">https://e.lanbook.com/book/59134#book_name</a>	Маршрут, 2003.	100 % online
6.1.2 Дополнительная литература				
6.1.2.1	Володарский В.А.	Надежность подвижного состава [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению контрольной работы для студентов специальности 190300.65 «Подвижной состав железных дорог» заочной формы обучения .- <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C1599.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1">http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C1599.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1</a>	Красноярск: КриЖТИрГУ ПС 2015	100 % online
6.1.2.2	А. В. Горелик, О. П.	Практикум по основам теории надежности [Текст] : учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп.-	М. : УМЦ ЖДТ, 2013	10
6.1.2.3	Ермакова	Практикум по основам теории надежности [Электронный ресурс] : учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп.- <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5896">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5896</a>	М. : УМЦ ЖДТ, 2013	100 % online
6.1.2.4	В. Н. Анферов, С. И. Васильев, С. М. Кузнецов	Надежность технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие.- <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493640">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493640</a>	Москва, Берлин : Директ-Медиа , 2018	100 % online
6.1.2.5	сост.: Н. Ю. Землянуш ова, А. А. Порохня	Основы теории надежности [Электронный ресурс] : практикум.- <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459195">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459195</a>	Ставрополь : СКФУ, 2016	100 % online



<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)</b>				
6.1.4.1	В. М. Медведева, Н. И. Зубрев	Организация природоохранной работы на предприятиях железнодорожного транспорта [Электронный ресурс].- <a href="https://e.lanbook.com/book/55394">https://e.lanbook.com/book/55394</a>	М. : УМЦ ЖДТ, 2014	100 % online
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
6.2.1	Электронная библиотека КрИЖТ ИрГУПС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://irbis.krsk.ircgups.ru/">http://irbis.krsk.ircgups.ru/</a> (после авторизации).			
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <a href="http://umczdt.ru/books/">http://umczdt.ru/books/</a> (после авторизации).			
6.2.3	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа : <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> (после авторизации).			
6.2.4	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа : <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> (после авторизации).			
6.2.5	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> (после авторизации).			
6.2.6	Научно-техническая библиотека МИИТа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <a href="http://library.miit.ru/umc/umc/login">http://library.miit.ru/umc/umc/login</a> (после авторизации).			
6.2.7	Российские железные дороги [Электронный ресурс] : [Офиц. сайт]. – М.: РЖД. - Режим доступа : <a href="http://www.rzd">http://www.rzd</a>			
6.2.8	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) [Электронный ресурс]. – Красноярск. – Режим доступа : <a href="http://denti.krw.rzd">http://denti.krw.rzd</a>			
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789			
6.3.1.2	Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий)			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
6.3.2.1	Не используется			
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.3.1	Консультант Плюс : Версия Проф [Электронный ресурс] : справочно-правовая система – Режим доступа : из локальной сети.			

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
7.1	Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И;
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации).

7.3	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– читальный зал библиотеки;</li> <li>– компьютерные классы Л-203, Л-214, Л-410, Т-5,Т-46.</li> </ul>
7.4	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования А-307.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекции	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий).</p>
Практические занятия	<p>Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ.</p> <p>Практические занятия играют важную роль в выработке у обучающихся навыков применения полученных знаний для решения практических задач совместно с преподавателем. Традиционно практические занятия проводятся после лекции и логически продолжают работу, начатую на лекции. Практические занятия призваны углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся и выступают как средство оперативной обратной связи.</p>
Тестирование	<p>Тест - это система стандартизированных вопросов (заданий), позволяющих автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся. Тесты могут быть аудиторными и внеаудиторными. О проведении теста, его формы, а также разделы (темы) дисциплины, выносимые на тестирование, доводит до сведения студентов преподаватель, ведущий практические занятия.</p>

<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Цели внеаудиторной самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• стимулирование познавательного интереса;</li> <li>• закрепление и углубление полученных знаний и навыков;</li> <li>• развитие познавательных способностей и активности студентов, самостоятельности, ответственности и организованности;</li> <li>• подготовка к предстоящим занятиям;</li> <li>• формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;</li> <li>• формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний и умений, и, в том числе, формирование компетенций.</li> </ul> <p>Традиционные формы самостоятельной работы студентов следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с конспектом лекции, т.е. дополнение конспекта учебным материалом (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет);</li> <li>- чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы);</li> <li>- конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами);</li> <li>- составление плана и тезисов ответа;</li> <li>- подготовка сообщений на семинаре;</li> <li>- ответы на контрольные вопросы;</li> <li>- решение задач;</li> <li>- подготовка к практическому занятию;</li> <li>- подготовка к деловым играм, направленным на решение производственных ситуаций, на проектирование и моделирование профессиональной деятельности;</li> </ul>
<p>Подготовка к зачету</p>	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче зачета - это повторение всего материала дисциплины. При подготовке к сдаче зачета студент весь объем работы должен распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнение намеченной работы.</p> <p>Для успешной сдачи зачета по дисциплине «Основы теории надежности» студенты должны принимать во внимание, что все основные категории, которые указаны в рабочей программе, нужно знать, понимать их смысл и уметь его разъяснить; указанные в рабочей программе формируемые профессиональные компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы студентом; практические занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, более высокой оценки на зачете; готовиться к зачету необходимо начинать с первой лекции и первого занятия.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.В.09 Основы теории надежности**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.В.09 Основы теории надежности**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенции:  
**ПК-39:** способность использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-39  
при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин / практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
<b>ПК-39</b>	способность использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам	Б1.В.09 Основы теории надежности	3	1
		Б1.Б.20 Техническая диагностика	5, 6	2
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	8	3

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПК-39**

**планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-39	способность использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам	Темы и вопросы лекционных занятий. Темы и вопросы практических занятий. Самостоятельная работа по изучению учебного материала.	Минимальный уровень	<b>Знать:</b> основы теории надежности
				<b>Уметь:</b> разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники
				<b>Владеть:</b> способностью приобретать новые математические и естественнонаучные знания
			Базовый уровень	<b>Знать:</b> систему фундаментальных естественнонаучных знаний
				<b>Уметь:</b> применять систему фундаментальных математических знаний для формулирования технических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем
			<b>Владеть:</b> методами планирования и управления процессами при эксплуатации транспортных систем	
			Высокий уровень	<b>Знать:</b> систему фундаментальных инженерных знаний в области теории надежности
				<b>Уметь:</b> применять систему фундаментальных инженерных знаний для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем
			<b>Владеть:</b> совокупностью инженерных знаний для решения технических и технологических проблем при планировании, управлении и эксплуатации транспортных систем	

**Программа контрольно-оценочных мероприятий  
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>5 семестр</b>				
1	1-4	Текущий контроль	Раздел 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях.	ПК-39 Разноуровневые задачи и задания (письменно) Собеседование (устно).
2	5-8	Текущий контроль	Раздел 2. Методы оценки показателей надежности. Оценка надежности конструкции как сложной системы. Технико-экономические показатели надежности.	ПК-39 Собеседование (устно). Разноуровневые задачи и задания (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
3	9-13	Текущий контроль	Раздел 3. Надежность систем с резервированием.	ПК-39 Разноуровневые задачи и задания (письменно) Собеседование (устно).
4	14-16	Текущий контроль	Раздел 4 Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов. Нормирование и управление надежностью вагонов. Испытания на надежность.	ПК-39 Разноуровневые задачи и задания (письменно) Собеседование (устно).
5	17-18	Промежуточная аттестация – зачет	Раздел 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях. Раздел 2. Методы оценки показателей надежности. Оценка надежности конструкции как сложной системы. Технико-экономические показатели надежности. Раздел 3. Надежность систем с резервированием. Раздел 4 Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов. Нормирование и управление надежностью вагонов. Испытания на надежность.	ПК-39 Разноуровневые задачи (письменно). Собеседование (устно). Тестирование (компьютерные технологии))

## 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырех балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовые разноуровневые задачи и задания или комплекты задач и заданий определенного уровня
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовые тестовые задания
4	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету Типовые тестовые задания



Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении *промежуточной аттестации* в форме зачета (в конце 2-ого семестра для очной формы), а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций представлена в следующих таблицах

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкала оценивания тестовых заданий при промежуточной аттестации в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Собеседование

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»	Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий
	Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	Не было попытки выполнить задание

### Разноуровневые задачи (задания)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа. Не было попытки решить задачу

### Критерии и шкала оценивания тестирования при текущем контроле

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Перечень теоретических вопросов для проведения по разделам дисциплины**

Раздел 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях.

1. Объясните понятие «надежность».
2. Что понимается под исправным и неисправным состоянием системы?
3. В каких состояниях может находиться неисправная система?
4. Что понимается под безотказностью системы?
5. Что понимается под долговечностью системы?
6. Что понимается под ремонтпригодностью системы?
7. Что понимается под сохраняемостью системы?
8. Как проявляют себя внезапный и постепенный отказ?
9. Как проявляют себя сбой и перемежающийся отказ?
10. Объясните понятия опасный и защитный отказы.
11. Какие системы называются восстанавливаемыми, невосстанавливаемыми?
12. Объясните понятия вероятность безотказной работы и вероятность отказа, как они определяются?
13. Объясните понятие интенсивность отказов, как она определяется?
14. Каким образом учитываются условия эксплуатации при расчетах надежности?
15. Какими свойствами обладают простейшие потоки отказов и восстановлений?
16. Объясните понятие параметр потока отказов, как он определяется?
17. Объясните понятие параметр потока восстановлений, как он определяется?
18. Объясните понятие наработки на отказ, как она определяется?
19. Объясните понятие наработки до отказа, как она определяется?
20. Что такое коэффициент готовности, коэффициент простоя, как они определяются?
21. Что такое коэффициент оперативной готовности, как он определяется?
22. Что такое коэффициент технического использования, как он определяется?

Раздел 2. Методы оценки показателей надежности. Оценка надежности конструкции как сложной системы. Техничко-экономические показатели надежности.

23. Что такое параметрическая надежность системы?
24. Объясните понятие структурная схема надежности, в чем ее отличие от других видов схем?
25. Какое соединение элементов структурной схемы называется последовательным, как определяется вероятность безотказной работы такой схемы?
26. Какое соединение элементов структурной схемы называется параллельным, как определяется вероятность безотказной работы такой схемы?
27. Объясните методику определения вероятности безотказной работы смешанного соединения элементов методом «свертки».
28. Объясните методику преобразования структурной схемы «треугольник» в соединение типа «звезда».
29. Объясните методику преобразования структурной схемы методом «разложения по ключевым элементам».
30. С какой целью в технических системах применяется резервирование, что понимается под структурным резервированием?
31. Что понимается под информационным и временным резервированием?
32. Как различаются методы резервирования по степени нагруженности резервных элементов?
33. Что понимается под кратностью резервирования и как она определяется?
34. Объясните методику расчета показателей надежности нерезервированных восстанавливаемых объектов с помощью Марковских процессов.

35. Объясните методику расчета показателей надежности резервированных восстанавливаемых объектов с помощью Марковских процессов.
36. Влияние внутренних и внешних факторов на надежность технических объектов.
37. Понятие и специфика проблемы надежности на различных этапах жизненного цикла изделия: проектирование и расчет, изготовление, эксплуатация.
38. Теоретическая база науки о надежности.
39. Что представляет собой кривая изменения суммарной экономической эффективности изделия во времени?
40. Определение основных объектов в надежности машин – изделия, элемента и системы.
41. В чем состоит различие между восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми изделиями?
42. Определения основных состояний и событий в надежности машин – работоспособности, исправности и неисправности, отказа.
43. Классификация отказов.
44. Что представляет собой кривая изменения интенсивности отказов во времени?
45. Определение основных показателей надежности – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости.
46. Чем отличается безотказность изделия от его долговечности?
47. Определения показателей для оценки безотказности – вероятности безотказной работы и вероятности отказа, параметра потока отказов, средней наработки на отказ (между отказами), средней наработки до отказа, интенсивности отказов. Их единицы измерения.
48. Физический смысл параметра потока отказов.
49. Определение показателей для оценки долговечности – технического ресурса, срока службы, гамма-процентных ресурса и срока службы.
50. Единицы их измерения.

### Раздел 3. Надежность систем с резервированием.

51. Отличия технического ресурса от срока службы.
52. Определения показателей для оценки ремонтпригодности – времени восстановления, среднего времени восстановления работоспособности, вероятности восстановления работоспособности в заданные сроки, интенсивности восстановления.
53. Определения показателей для оценки сохраняемости – среднего и гамма-процентного сроков сохраняемости.
54. 17. Определение комплексных показателей надежности – коэффициента технического использования, коэффициента готовности и коэффициента оперативной готовности.
55. Отличия коэффициента готовности и коэффициента оперативной готовности.
56. Определение экономического показателя надежности.
57. Основные показатели надежности для невосстанавливаемого изделия.
58. Основные показатели надежности для восстанавливаемого изделия.
59. Основные методы нормирования показателей надежности.
60. Градация изделий по классам надежности.
61. Что такое категория последствий отказов?
62. Понятие гистограммы, методика построения гистограммы и кривой эмпирического распределения.
63. Определение характеристик положения случайных распределений – математического ожидания, моды, медианы, среднего геометрического.
64. Определение характеристик рассеяния случайных распределений –

- дисперсии, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации.
65. Дать определение асимметрии и пояснить её влияние на положение кривой распределения.
  66. Дать определение эксцесса и пояснить его влияние на положение кривой распределения.
  67. Понятие о законах распределения случайных величин. Пояснить их назначение.
  68. В каких случаях на практике целесообразно применять нормальное распределение, каков вид кривых его плотности и функции распределения?
  69. В каких случаях на практике целесообразно применять экспоненциальное распределение, каков вид кривых его плотности и функции распределения?
  70. В каких случаях на практике целесообразно применять распределение
  71. Вейбулла, каков вид кривых его плотности и функции распределения?
  72. Назначение критериев согласия экспериментальных и теоретических распределений.
  73. 11. Какие ошибки возможны при выдвижении гипотез о принадлежности эмпирических распределений теоретическим законам?
  74. Методика применения критериев Пирсона, Романовского и Колмогорова.
  75. Как вычисляются доверительные границы для параметров законов распределения и показателей надежности?
  76. Определения независимых, функционально зависимых и связанных вероятностной зависимостью случайных величин.
  77. Дать определение терминам: корреляционный анализ, корреляционный момент и коэффициент корреляции.
  78. Сущность корреляционного анализа экспериментальных данных.
  79. Задачи и правила регрессивного анализа экспериментальных данных.
  80. Пояснить термин «структурное резервирование».
  81. Виды резервирования в зависимости от схемы включения резерва.
  82. Виды резервирования в зависимости от способа включения резерва.
  83. Виды резервирования в зависимости от состояния резерва.
  84. Определения характеристик резервирования – кратности и коэффициента
  85. выигрыша надежности.
  86. Что такое дублирование?
  87. Расчет схемной надежности при нагруженном резервировании.
  88. Расчет схемной надежности при раздельном резервировании.
  89. Расчет схемной надежности при ненагруженном резервировании.
  90. Пояснить принцип избыточности при повышении надежности
  91. Расчет схемной надежности сложных систем при последовательном соединении элементов.
  92. Расчет схемной надежности при параллельном соединении элементов.

#### Раздел 4 Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов. Нормирование и управление надежностью вагонов. Испытания на надежность.

93. Зависимость интенсивности отказов от времени в общем случае.
94. Понятие нормального периода эксплуатации.
95. Модели оптимизации предупредительного обслуживания и ремонта с частичным восстановлением надежности элементов.
96. . Экспоненциальный закон распределения и область его применения.
97. Порядок составления и виды структурных схем расчета надежности.
98. . Принципы оптимизации надежности системы.
99. УФИ – распределения и область их применения.
100. Резервирование в теории надежности и его виды.
101. Понятия восстанавливаемого и не восстанавливаемого объекта.
102. ВФИ – распределения и область их применения.
103. Дестабилизирующие факторы, понижающие надежность систем.
104. Методы контроля показателей надежности.

105. Расчет числа запасных невосстанавливаемых элементов.
106. Факторы, повышающие надежность работы систем.
107. Методы нормирования показателей надежности.
108. Зависимости между вероятностью безотказной работы и интенсивностью отказов.
109. Методы обеспечения безотказности и ремонтпригодности.
110. Понятие периода приработки.
111. Понятия объекта, системы и элемента в теории надежности.
112. Понятия периода старения и износа.
113. Выбор номенклатуры нормируемых показателей надежности.

### 3.2 Типовые разноуровневые задачи и задания

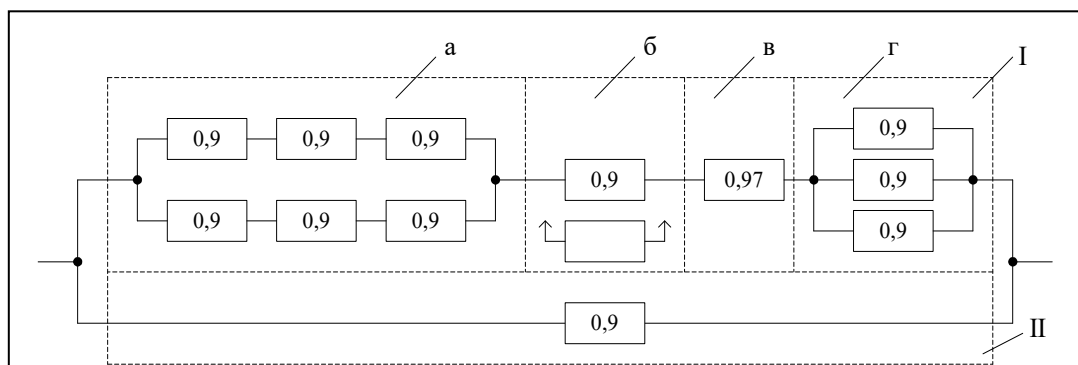
**Пример 1.** На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час отказало 50 изделий. За интервал времени 4000-4100 час отказало еще 20 изделий. Требуется определить частоту и интенсивность отказов изделий в промежутке времени 4000-4100 час. Определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделий за первые 4000 час. Вычислить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделий за время 4100 час.

**Пример 2.** Система состоит из двух устройств. Вероятности безотказной работы каждого из них в течение времени  $t = 100$  ч. равны:  $p_1(100) = 0,95$ ;  $p_2(100) = 0,97$ . Справедлив экспоненциальный закон распределения надежности. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа системы.

**Пример 3.** В системе могут быть использованы только элементы, интенсивность отказов которых равна  $\lambda = 10^{-5}$  1/ч. Система имеют число элементов  $N = 500$ . Требуется определить среднюю наработку до первого отказа и вероятность безотказной работы в конце первого часа  $P_c(t)$

**Пример 4.** Система имеет кратность общего резервирования  $m=5$ . Основная нерезервированная система содержит четыре равнонадежных элемента с логически последовательным соединением. Интенсивность отказа одного элемента  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3}$  (1/ч). Определить характеристики надежности системы за 1000 ч.

**Пример 5.** Дана система, схема расчета надежности которой изображена на рис. 1. Необходимо найти вероятность безотказной работы системы при известных вероятностях безотказной работы ее элементов (значения вероятностей указаны на рисунке).



**Пример 6.** Система состоит из трех блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна  $T_1=160$  час,  $T_2=320$  час,  $T_3=600$  час. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы.

**Пример 7.** Вероятность безотказной работы вычислительного устройства  $P=0,6$ . Какое число параллельно включенных устройств необходимо иметь, чтобы результирующее значение вероятности безотказной работы такой резервированной системы  $P_c$  было не менее 0,99.

**Пример 8.** Известно, что интенсивность отказов  $\lambda=0,02$  1/час, а среднее время восстановления  $t_b=10$  час. Требуется вычислить функцию и коэффициент готовности изделия.

### 3.5 Типовые тестовые задания

Компьютерное тестирование обучающихся по темам используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации в виде зачета.

Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине.

**Тест** (педагогический тест) – это система заданий – тестовых заданий возрастающей трудности, специфической формы, позволяющая эффективно измерить уровень знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.

**Тестовое задание (ТЗ)** – варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, минимальная составляющая единица сложного (составного) педагогического теста, по которой испытуемый в ходе выполнения теста совершает отдельное действие.

**Фонд тестовых заданий (ФТЗ) по дисциплине** – это совокупность систематизированных диагностических заданий – тестовых заданий (ТЗ), разработанных по всем тематическим разделам (дидактическим единицам) дисциплины (прошедших апробацию, экспертизу, регистрацию и имеющих известные характеристики) специфической формы, позволяющей автоматизировать процедуру контроля.

**Типы тестовых заданий:**

ЗТЗ – тестовое задание закрытой формы (ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов);

ОТЗ – тестовое задание открытой формы (с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме)).

#### Структура тестовых материалов по дисциплине «Основы теории надежности»

Компетенция	Тема в соответствии с РПД (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-39: способность использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам	1.1 Общие сведения. Общие понятия по ГОСТ-27.002-89; Дополнительные свойства, характеризующие надежность систем подвижного состава; Состояния объектов; Повреждения и отказы	Общие понятия по ГОСТ-27.002-89	Знание	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Дополнительные свойства, характеризующие надежность систем подвижного состава	Умения	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Повреждения и отказы	Действие	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
	2.1 Понятие о структурной схеме надежности	Параметрическая надежность	Знания	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Последовательное и параллельное соединение элементов	Умения	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Показатели надежности	Умения	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
	2.4 Законы распределения показателей надежности	Нормальный закон распределения	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Экспоненциальный закон распределения	Умения	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Зависимости законов распределения от характера повреждений	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	2.7 Показатели долговечности	Методика определения и перечень показателей	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ

		долговечности		
		Ресурс элементов	Умения	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Определение проектных и эксплуатационных показателей долговечности	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	3.1 Испытания на надежность	Схемы испытаний	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Методы испытаний	Умения	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Установление соответствия между экспериментальными и теоретическими данными надежности	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	3.3 Факторы, влияющие на надежность объектов	Конструкционные факторы	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Технологические факторы	Умения	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Эксплуатационные факторы	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	3.6 Обеспечение рационального состава запасных элементов как способ повышения надежности. Методы повышения надежности объектов	Основные соотношения и закономерности	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Расчетные схемы	Умения	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Нормативные документы и методики	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	3.9 Надежность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ Надежность рельсовых цепей и их элементов	Расчетные схемы	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Расчетные соотношения	Умения	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Выявление зависимых отказов	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	4.1 Понятие о безопасности технических объектов	Риски и безопасность объектов	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Расчетные соотношения	Умения	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Требования нормативных документов и условия их применения	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
Итого				120 – ЗТЗ 120 – ОТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины



*Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины*

Норма времени – 30 мин.

Дополнительное требование – наличие калькулятора и справочных материалов.

1) Что означает термин «частота отказов»?

1. Плотность вероятности (или закон распределения) времени работы изделия до первого отказа;
2. Интенсивность процессов возникновения отказов;
3. Вероятность того, что случайное время до отказа меньше заданного времени  $t$ ;
4. Вероятность того, что случайное время до отказа больше заданного времени  $t$ .

2) Исправное состояние - это:

1. Состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
2. Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
3. Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
4. Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

3) Назовите отличие дефекта от повреждения?

4) Что является критерием длительности наработки на отказ?

5) Вероятность безотказной работы – это:

1. Вероятность появления отказа по окончании заданного интервала;
2. Вероятность появления отказа до конца заданного интервала;
3. Вероятность того, что объект сохранит работоспособность, т.е. не будет отказов в течение заданного интервала;
4. Вероятность того, что объект сохранит работоспособность, но при этом произойдет сбой в течение заданного интервала.

6) Оценка надежности - это:

1. Величина, отражающая измерение количественных показателей системы, связанных с ее помехоустойчивостью и стабильностью;
2. Измерение количественных метрик атрибутов субхарактеристик в использовании: завершенности, устойчивости к дефектам, восстанавливаемости и доступности/готовности;
3. Показатель, характеризующий время безотказной работы системы;
4. Измерение количественных метрик атрибутов субхарактеристик в использовании: стабильности, устойчивости к дефектам, помехоустойчивости и доступности/готовности.

7) Предельное состояние - это:

1. Состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
2. Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
3. Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
4. Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

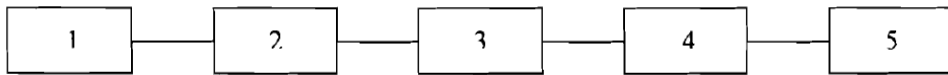
8) Как называется свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или)

транспортирования?

9) В течение 100 часов испытывались 10 АРМов системы. Зафиксировано 2 отказа. Вероятность безотказной работы системы: Чему равна  $P(100)$ ?

10) Чему равна вероятность безотказной работы системы за период времени 2000 часов? Если:

Имеется система, состоящая из 5 последовательно соединенных элементов (рис. ) с вероятностями безотказной работы за период времени 2000 часов соответственно 0,65; 0,78; 0,85; 0,8; 0,9.



$$p_1(2000)=0,65 \quad p_2(2000)=0,78 \quad p_3(2000)=0,85 \quad p_4(2000)=0,8 \quad p_5(2000)=0,9$$

Рис. Система, состоящая из 5 последовательно соединенных элементов

11) Что определяется из формулы:  $F(t)=1-e^{-at}$

1. Показатели надежности
2. Закон Вейбулла
3. Нарботка на отказ
4. Ресурс

12) Какой закон распределения наработки до отказа характерен для усталостных повреждений?

13) В каких единицах измеряется средняя наработка до отказа электровоза?

14) Как посчитать вероятность безотказной работы объекта при экспоненциальном законе распределения времени до отказа объекта? Здесь  $\lambda$  – интенсивность отказов,  $\omega$  – параметр потока отказов.

1.  $\exp(-\lambda t)$
2.  $-\lambda t$
3.  $\omega t$
4.  $1 - \exp(-\lambda t)$

15) Как называется наработка объекта между двумя следующими друг за другом отказами?

16) Что показывает параметр масштаба в распределении Вейбулла?

1. Ресурс
2. Скорость изменения мгновенной интенсивности отказов во времени
3. Нарботку
4. Интенсивность отказов

17) На испытание поставлено 400 изделий. За 3000 часов отказало 200 изделий, за следующие 100 часов отказало еще 100 изделий. Определить вероятность безотказной работы  $P(3000)$ ?

18) При постоянной интенсивности отказов значение математического ожидания распределения наработки до отказа объекта равно?

- 1  $1/\lambda$
- 2  $2/\lambda$
- 3  $\lambda/2$
- 4  $\lambda$

## 4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения						
Собеседование	Преподаватель информирует обучающихся о том, что для оценки их знаний в качестве формы промежуточной аттестации – экзамена, будет использована специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.						
Разноуровневые задачи и задания	Решение задач осуществляется студентами в ходе выполнения лабораторных работ, а также на практических занятиях на стадии оценки полученной информации и формулирования выводов. Условия задач и решения записываются в рабочих тетрадях, регулярно проверяемых преподавателем						
Тест	Тестирования, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Тестирование проводится с использованием компьютерных технологий. Варианты тестовых заданий формируются случайно из базы ТЗ. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено						
Зачет	<p>Проведение промежуточной аттестации в форме зачета у студентов очной формы обучения позволяет сформировать среднюю оценку по дисциплине по результатам текущего контроля (при этом могут учитываться результаты итогового тестирования по дисциплине). Так как оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Для чего преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок, деленную на число этих оценок.</p> <p style="text-align: center;"><b>Шкала и критерии оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля</th> <th style="text-align: center;">Оценка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю</td> <td style="text-align: center;">«зачтено»</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю</td> <td style="text-align: center;">«не зачтено»</td> </tr> </tbody> </table> <p>Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета, то обучающийся сдает зачет.</p> <p>Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических) или в форме тестирования. Перечень теоретических вопросов и перечень типовых практических заданий разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).</p>	Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка	Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»	Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»
Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка						
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»						
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»						

Задания, по которым проводятся контрольно-оценочные мероприятия, оформляются в соответствии с положением о формировании фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации, не выставляются в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

## Форма оформления комплекта разноуровневых задач (заданий)

Комплект разноуровневых задач (заданий)

Тема «Понятие о структурной схеме надежности»

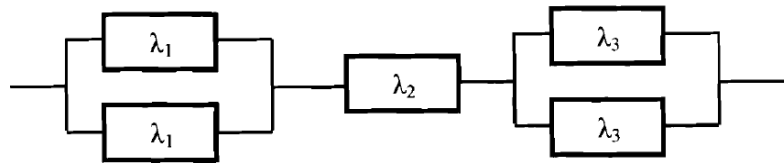
Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-39 – базовый уровень

1 Задачи репродуктивного уровня

Задача (задание) 1. Пусть на испытании находилось 1500 образцов невосстанавливаемой системы. Через промежуток времени 250 часов отказало 300 образцов. Требуется определить интенсивность отказов  $\lambda(t)$ .

2 Задачи реконструктивного уровня

Задача (задание) 1. Система представлена на рисунке. Интенсивность отказов  $\lambda_1=0,00025 \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_2=0,00005 \text{ ч}^{-1}$ .  $\lambda_3 =0,00004 \text{ ч}^{-1}$ . Определите среднее время безотказной работы для этих систем.



Критерии оценки:

**оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, если обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Полное раскрытие темы, указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведены все необходимые формулы, соответствующая статистика и т.п., все задания выполнены верно (все задачи решены правильно);

**оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, если обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы. Недостаточно полное раскрытие темы, одна-две несущественные ошибки в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющие суть изложения, наличие незначительного количества грамматических и стилистических ошибок, одна-две несущественные погрешности при выполнении заданий или в решениях задач.;

**оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. Ответ отражает лишь общее направление изложения лекционного материала, наличие более двух несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; большое количество грамматических и стилистических ошибок, одна-две существенные ошибки при выполнении заданий или в решениях задач;

**оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений. Обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Тема не раскрыта, более двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных, при выполнении заданий или в решениях задач, наличие грамматических и стилистических ошибок и др. Нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

## Форма оформления вопросов для коллоквиумов, собеседования

### Вопросы для собеседования

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-39 – базовый уровень;

Раздел «Законы распределения показателей надежности»

1. *Что такое распределение случайной величины?*
2. *Какое уравнение используют для выражения нормального закона распределения?*
3. *Приведите методику построения гистограммы закона распределения для случайных величин?*

Критерии оценки:

**оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, если он показал глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ. В ответе обучающегося отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Обучающимся формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов;

**оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, если он показал знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач. В ответе обучающегося описываются и сравниваются основные современные концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, обучающимся формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов;

**оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий

Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ. В ответе обучающегося отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится. Обучающийся испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У обучающегося отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов;

**оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если не было попытки выполнить задание. Ответ обучающегося не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Обучающийся не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области. Ответ отражает систему «житейских» представлений обучающегося на заявленную проблему, обучающийся не может назвать ни одной научной теории, не дает определения базовым понятиям.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия